

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: September 27, 2002

Application Number: Japanese Patent Application No. 283440/2002

[ST. 10/C]: [JP2002-283440]

Applicant(s): DOWA MINING CO., LTD.

August 20, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office

Yasuo Imai (Official Seal)

Certificate No. 3067903/2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月27日
Date of Application:

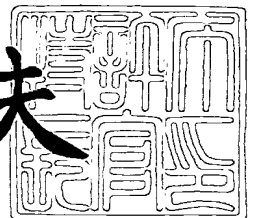
出願番号 特願2002-283440
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-283440]

出願人 同和鉱業株式会社
Applicant(s):

2003年 8月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3067903

【書類名】 特許願

【整理番号】 DOWA-P1

【提出日】 平成14年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 23/15

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 同和鉱業株式会
社内

 【氏名】 小山内 英世

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 同和鉱業株式会
社内

 【氏名】 浪岡 睦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 同和鉱業株式会
社内

 【氏名】 伊與田 憲

【特許出願人】

 【識別番号】 000224798

 【氏名又は名称】 同和鉱業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100062982

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 澤木 誠一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100102749

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 澤木 紀一

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 011648**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9407896**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アルミニウム－セラミックス接合体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用導体が形成され、他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる放熱フィンが直接接合により形成されていることを特徴とするアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 2】 上記放熱フィンが上記セラミックス基板より大きい形状であることを特徴とする請求項 1 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 3】 上記放熱フィンが上記セラミックス基板を囲む壁を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 4】 上記放熱フィンが端子台を有することを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 5】 上記放熱フィンが銅を含むことを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 6】 セラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用導体が形成され、他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる水冷ジャケットが直接接合により形成されていることを特徴とするアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 7】 上記水冷ジャケットが銅を含むことを特徴とする請求項 6 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 8】 上記直接接合が溶湯接合法であることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 または 7 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 9】 上記セラミックス基板の主成分がアルミナ、窒化アルミ、窒化硅素の一つであることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 または 8 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 10】 上記セラミックス基板が複数であることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 または 9 記載のアルミニウム－セラミックス接合体。

【請求項 11】 請求項 1～10 記載のアルミニウム－セラミックス接合体を使用したパワーモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はアルミニウム－セラミックス接合体、特に、電子部品に使用される放熱機能を有するアルミニウム－セラミックス接合体に関するものである。更にはパワーモジュール用電子部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、セラミックス絶縁基板と呼ばれるセラミックスの一方の面に回路金属、他方の面に放熱用の金属を接合させ、上記回路金属上に電流・電圧制御用の半導体チップを半田付けし、これらを単数あるいは複数枚、金属ベース板（ヒートシンク）あるいは複合材上に半田付けし、さらにこのベース板裏面に放熱グリースを介して放熱フィンを取り付けたものは知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

然しながら、この構造の場合、以下の問題点がある。

【0004】

① 半田接合を多用しており、鉛フリー化するために新規半田や実装方法の開発が必要である。

【0005】

② 半田接合を多用しており、鉛半田による熱伝導の損失がある。

【0006】

③ 半田接合を多用しており、半田ボイドによる製造上の歩留まりリスクの問題がある。

【0007】

④ 放熱グリースの熱伝導性が極端に低い。

【0008】

上述の①から③の問題点はベース一体型基板すなわち、上記セラミックス絶縁基板を直接ベース板に接合することで解決できる。しかし、④については市販の放熱グリースの熱伝導率は高くても数 $W/m \cdot K$ しかなく、他に熱伝導率の高い部材を使用してもベース板と放熱フィンの間の熱抵抗が大きく、性能アップのネックとなっていた。

【0009】

そこで、特開平4-363052号公報に示すようにろう接法を使いセラミックスに直接フィンを取り付けるという先行技術があるが、線膨張係数の小さく、薄いセラミックスに対し、線膨張係数の大きく、体積の大きいアルミニウムのフィンを直接取り付けると、常温では問題ないが、パワーモジュールを実際に運転した場合のようにスイッチングにより加熱・冷却を何度も受けた場合、両者の線膨張係数による差から生じる応力によりセラミックスとアルミニウムの接合界面で剥離が起きたり、セラミックスが破損してしまう。

【0010】

本発明は上記の欠点を除くようにしたものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明はセラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用導体が形成され、他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる放熱フィンが直接接合されているアルミニウム-セラミックス接合体である。直接接合とはろう材等中間材を使用せずにセラミックス基板と金属を接合する方法を示す。

【0012】

上記放熱フィンは、上記セラミックス基板より大きい形状であることを特徴とする。

【0013】

上記放熱フィンは、上記セラミックス基板を囲む壁を有することを特徴とする。

【0014】

上記放熱フィンは、端子台を有することを特徴とする。

【0015】

また、本発明のアルミニウム－セラミックス接合体は、セラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用導体が形成され、他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる水冷ジャケットが直接接合により形成されていることを特徴とする。

【0016】

上記放熱フィンまたは水冷ジャケットは銅を含むことを特徴とする。

【0017】

上記直接接合は、溶湯接合法であることを特徴とする。

【0018】

上記セラミックス基板の主成分は、アルミナ、窒化アルミ、窒化硅素の一つであることを特徴とする。

【0019】

上記セラミックス基板は、複数であることを特徴とする。

【0020】

本発明は、上記アルミニウム－セラミックス接合体をパワーモジュール用電子部品に使用することを特徴とする。

【0021】**【発明の実施の形態】**

以下図面によって本発明の実施例を説明する。

【0022】

(実施例1)

【0023】

図1に示すようにセラミックス板1として、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズのアルミナ基板を2枚用意した。これをカーボン製の鋳型（図示せず）に10mmの間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気中で酸素濃度100ppm以下にした。この状態でさらに750℃まで加熱し、純度4Nの溶融状態のアルミニウムをカーボン製シリンダで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型に流し込んだ。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面（回路側）に39mm×39mm、0.4mm

厚の板 2 状になるようにアルミニウムが流れ込み、他面（ベース側）には夫々のセラミックスを繋げた形で110mm×60mm、厚み5mmの板 3 状になるようにアルミニウムが流れ込み、さらにこの5mmの板 3 にはセラミックス板 1 と接触する面と反対側の面に高さ25mm、幅5mmのストレートフィン 4 がベース長手方向と平行に5mm間隔で形成されるように流れ込む形状にした。この鑄型を冷却し、アルミニウムを凝固、セラミックス板と接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鑄型より取り出した。この後、0.4mm厚のアルミニウム板 2 の表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアルミニウム上に3 μ mつけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたフィン付きベース一体型基板とした。

【 0 0 2 4 】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに-40℃30分保持、25℃10分、125℃30分保持、25℃10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。

【 0 0 2 5 】

（実施例 2）

【 0 0 2 6 】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例 1 と同様のものをを用いたところ実施例 1 と同一の効果が得られた。

【 0 0 2 7 】

（実施例 3）

【 0 0 2 8 】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化珪素である他は実施例 1 と同様の

ものを用いたところ実施例 1 と同一の効果が得られた。

【0 0 2 9】

(実施例 4)

【0 0 3 0】

セラミックス板 1 として、厚さ 0.25mm、40mm×40mm サイズのアルミナ基板を 2 枚用意した。これをカーボン製の鋳型（図示せず）に 10mm の間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気中で酸素濃度 100ppm 以下にした。この状態でさらに 750℃ まで加熱し、熔融状態のアルミニウムをカーボン製シリンダで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型の回路側に流し込んだ。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面に 39mm×39mm、0.4mm 厚の板 2 状になるように純度 4N のアルミニウムが流れ込み、他面には夫々のセラミックスを繋げた形で 110mm×60mm、厚み 5mm の板 3 状になるように純度 99.7%（JIS1070 番）のアルミニウムが流れ込み、さらにこの 5mm の板にはセラミックスと接触する面と反対側の面に高さ 25mm、幅 5mm のストレートフィン 4 がベース長手方向と平行に 5mm 間隔で形成されるように流れ込む形状にした。この鋳型を冷却し、アルミニウムを凝固、セラミックスと接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鋳型より取り出した。この後、0.4mm 厚のアルミニウム板 2 の表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解 Ni-P メッキをアルミニウム上に 3 μ m つけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたフィン付きベース一体型基板とした。

【0 0 3 1】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに -40℃30 分保持、25℃10 分、125℃30 分保持、25℃10 分を 1 サイクルとするヒートサイクルを 3000 回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セ

ラミックスについてもクラックは認められなかった。

【0032】

(実施例5)

【0033】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例4と同様のものを用いたところ実施例4と同一の効果が得られた。

【0034】

(実施例6)

【0035】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は実施例4と同様のものを用いたところ実施例4と同一の効果が得られた。

【0036】

(実施例7)

【0037】

セラミックス板1として、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズのアリミナ基板を2枚用意した。これをカーボン製の鋳型（図示せず）に10mmの間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気で酸素濃度100ppm以下にした。この状態でさらに750℃まで加熱し、純度99.7%（JIS1070番）の溶融状態のアリミニウムをカーボン製シリンドラで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型に流し込んだ。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面に39mm×39mm、0.4mm厚の板2状になるようにアリミニウムが流れ込み、他面には夫々のセラミックスを繋げた形で110mm×60mm、厚み5mmの板3状になるようにアリミニウムが流れ込み、さらにこの5mmの板にはセラミックスと接触する面と反対側の面に高さ25mm、幅5mmのストレーツフィン4がベース長手方向と平行に5mm間隔で形成されるように流れ込む形状にした。この鋳型を冷却し、アリミニウムを凝固、セラミックスと接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鋳型より取り出した。この後、0.4mm厚のアリミニウム板2の表面に所定形状のエツチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエツチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアリミニウム上に3μmつけ、セラミックス基板が二

枚ベース板に直接接合されたフィン付きベース一体型基板とした。

【0038】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに-40℃30分保持、25℃10分、125℃30分保持、25℃10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。

【0039】

（実施例 8）

【0040】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例 7 と同様のものをを用いたところ実施例 7 と同一の効果が得られた。

【0041】

（実施例 9）

【0042】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は実施例 7 と同様のものをを用いたところ実施例 7 と同一の効果が得られた。

【0043】

（実施例 10）

【0044】

セラミックス板 1 として、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズのアリミナ基板を2枚用意した。これをカーボン製の鋳型（図示せず）に10mmの間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気で酸素濃度100ppm以下にした。この状態でさらに750℃まで加熱し、アルミニウム99.5wt%、銅0.5wt%の熔融状態のものをカーボン製シリンドラで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型に流し込んだ。アルミニウム合金として銅を含有するものとしたのはフィンの耐食性を

考慮したためである。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面に39mm×39mm、0.4mm厚の板2状になるようにアルミニウムが流れ込み、他面には夫々のセラミックスを繋げた形で110mm×60mm、厚み5mmの板3状になるようにアルミニウムが流れ込み、さらにこの5mmの板にはセラミックスと接触する面と反対側の面に高さ25mm、幅5mmのストレートフィン4がベース長手方向と平行に5mm間隔で形成されるように流れ込む形状にした。この鋳型を冷却し、アルミニウムを凝固、セラミックスと接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鋳型より取り出した。この後、0.4mm厚のアルミニウム板2の表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアルミニウム上に3 μ mつけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたフィン付きベース一体型基板とした。

【0045】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに-40℃30分保持、25℃10分、125℃30分保持、25℃10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。

【0046】

(実施例11)

【0047】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例10と同様のものを用いたところ実施例10と同一の効果が得られた。

【0048】

(実施例12)

【0049】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は実施例10と同様

のものを用いたところ実施例 10 と同一の効果が得られた。

【0050】

(実施例 13)

【0051】

図 2 に示すように、セラミックス板 1 として、厚さ 0.25mm、40mm×40mm サイズのアルミナ基板を 2 枚用意した。これをカーボン製の鋳型（図示せず）に 10mm の間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気中で酸素濃度 100ppm 以下にした。この状態でさらに 750℃ まで加熱し、アルミニウム 99.5wt%、銅 0.5wt% の熔融状態のものをカーボン製シリンダで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型に流し込んだ。アルミニウム合金として銅を含有するものとしたのは耐食性を考慮したためである。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面に 39mm×39mm、0.4mm 厚の板 2 状になるようにアルミニウムが流れ込み、他面には夫々のセラミックスを繋げた形で 110mm×60mm、厚み 50mm の板 4 状になるようにアルミニウムが流れ込み、さらにこの 50mm の板 4 内には蛇行状の水路 5 が形成されるように流れ込む形状にした。この鋳型を冷却し、アルミニウムを凝固、セラミックスと接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鋳型より取り出した。この後、0.4mm 厚のアルミニウム板 2 の表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解 Ni-P メッキをアルミニウム上に 3 μ m つけた。上記板 4 の底面はゴム製シール 11 を介してアルミニウム板 6 によって塞ぎ、さらに上記板 4 の側面の水路 5 の位置にゴム管 7 を配管するため穴を明け開口 8 とした。その穴に溝を切りジョイントを介しゴム管 7 を取り付け、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合された水冷ジャケット一体型基板とした。ゴム製シール 11 及びアルミニウム板 4 は本実施例においては接着剤で接着し水路 5 を塞いだが、ネジ止めやスポット溶接等の方法でも良い。

【0052】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった

。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに -40°C 30分保持、 25°C 10分、 125°C 30分保持、 25°C 10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。

【0053】

(実施例14)

【0054】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例13と同様のものを用いたところ実施例13と同一の効果が得られた。

【0055】

(実施例15)

【0056】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は実施例13と同様のものを用いたところ実施例13と同一の効果が得られた。

【0057】

(実施例16)

【0058】

図3に示すようにセラミックス板1として、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズのアルミナ基板を2枚用意した。これをカーボン製の鋳型(図示せず)に10mmの間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気中で酸素濃度100ppm以下にした。この状態でさらに 750°C まで加熱し、アルミニウム99.5wt%、銅0.5wt%の熔融状態のものをカーボン製シリンダで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型に流し込んだ。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面に39mm×39mm、0.4mm厚の板2状になるようにアルミニウムが流れ込み、他面には夫々のセラミックスを繋げた形で110mm×60mm、厚み5mmの板3状になるようにアルミニウムが流れ込み、さらにこの5mmの板3には基板接触側の縁面に幅3mmの壁9が垂直に30mm立つように、なおかつセラミックスと接触する面と反対側の面に高さ25mm、幅5mmのストレートフィン4がベース長手方向と平行に5mm間隔で形成されるように

流れ込む形状にした。この鋳型を冷却し、アルミニウムを凝固、セラミックスと接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鋳型より取り出した。この後、0.4mm 厚のアルミニウム板表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアルミニウム上に3 μ mつけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたフィン付き壁付きベース一体型基板とした。

【0059】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに-40℃30分保持、25℃10分、125℃30分保持、25℃10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。

【0060】

（実施例17）

【0061】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例16と同様のものを用いたところ実施例16と同一の効果が得られた。

【0062】

（実施例18）

【0063】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は実施例16と同様のものを用いたところ実施例16と同一の効果が得られた。

【0064】

（実施例19）

【0065】

図4に示すように、セラミックス板1として、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズ

のアルミナ基板を2枚用意した。これをカーボン製の鋳型（図示せず）に10mmの間隔を置いてセットし、炉内に入れた。炉内は窒素雰囲気中で酸素濃度100ppm以下にした。この状態でさらに750℃まで加熱し、アルミニウム99.5wt%、銅0.5wt%の熔融状態のものをカーボン製シリンダで圧力をかけることで酸化被膜を取り除き、前記鋳型に流し込んだ。前記鋳型は夫々のセラミックスの一面に39mm×39mm、0.4mm厚の板2状になるようにアルミニウムが流れ込み、他面には夫々のセラミックスを繋げた形で110mm×60mm、厚み5mmの板3状になるようにアルミニウムが流れ込み、さらにこの5mmの板3には基板接触側の面に10mm×20mm、高さ3mmの端子台10を板2の脇2ヶ所に、流れ込む形状にした。端子台には10mm×20mm×0.635mmのアルミナが接合され、その上には9mm×19mm×0.4mmのアルミニウムが接合される。また、チップと端子を結線するためのアルミニウムワイヤーが超音波ボンディングにより打てるようになっている。前述のアルミナはセラミックス板1と同じように2枚鋳型にセットするが、端子台高さの分セラミックス板1と高さが違う。そして板2と同時にアルミニウムが流れ込み前述の厚みのアルミニウムが形成される。なおかつセラミックスと接触する面と反対側の面に高さ25mm、幅5mmのストレートフィン4がベース長手方向と平行に5mm間隔で形成されるように流れ込む形状にした。この鋳型を冷却し、アルミニウムを凝固、セラミックスと接合させた後、室温まで冷却し、接合体を鋳型より取り出した。この後、0.4mm厚のアルミニウム板表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアルミニウム上に3μmつけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたフィン付き端子台付きベース一体型基板とした。

【0066】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに-40℃30分保持、25℃10分、125℃30分保持、25℃10分を1サイクルとするヒート

サイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。

【0 0 6 7】

(実施例 2 0)

【0 0 6 8】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は実施例 1 9 と同様のものを用いたところ実施例 1 9 と同一の効果が得られた。

【0 0 6 9】

(実施例 2 1)

【0 0 7 0】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は実施例 1 9 と同様のものを用いたところ実施例 1 9 と同一の効果が得られた。

【0 0 7 1】

(比較例 1)

【0 0 7 2】

純度99.7% (JIS1070番)、110mm×60mm、厚み30mmのアルミニウム金属板を用意し、フライス盤による切削加工で一方の面に高さ25mm、幅5mmのストレートフィンを長手方向と平行に5mm間隔で形成し、フィン付きベース板を作成した。セラミックス板として、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズのアリミナ基板を2枚用意した。次に純度4Nの39mm×39mm、0.4mm厚のアルミニウム金属板を2枚、前記フィン付きベース板を1枚用意した。ろう材合金箔として、アルミニウム95wt%、銅4wt%、マグネシウム1wt%の組成で厚み20 μ mのものを作製した。前記夫々のセラミックス板の片面に0.4mm厚みのアルミニウム金属板を、他面に厚み5mmのアルミニウム金属板を前記20 μ mろう材合金箔を介して重ねた (5mm厚のアルミニウム金属板上に前記セラミックスが10mmの間隔置く形で)。これを20kgf/cm²で加圧しながら、10⁻⁴Torrの真空中、630℃でアルミニウム板とセラミックスを接合させた。接合後、0.4mm厚のアルミニウム板表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。

次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアルミニウム上に $3\mu\text{m}$ つけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたベース一体型基板とした。

【 0 0 7 3 】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアルミニウムの接合界面（アルミニウム回路とセラミックス、アルミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに -40°C 30分保持、 25°C 10分、 125°C 30分保持、 25°C 10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアルミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、セラミックスとフィン付きアルミニウム金属板の接合界面に基板の縁面より10mm程度の剥離が認められた。セラミックスについてはクラックは認められなかった。

【 0 0 7 4 】

（比較例 2）

【 0 0 7 5 】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は比較例 1 と同様のものを用いたところ比較例 1 と同一の効果が得られた。

【 0 0 7 6 】

（比較例 3）

【 0 0 7 7 】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は比較例 1 と同様のものを用いたところ比較例 1 と同一の効果が得られた。

【 0 0 7 8 】

（比較例 4）

【 0 0 7 9 】

純度4N、110mm×60mm、厚み30mmのアルミニウム金属板を用意し、フライス盤による切削加工で一方の面に高さ25mm、幅5mmのストレートフィンを長手方向と平行に5mm間隔で形成し、フィン付きベース板を作成した。セラミックス板とし

て、厚さ0.25mm、40mm×40mmサイズのアリミナ基板を2枚用意した。次に純度4Nの39mm×39mm、0.4mm厚のアリミニウム金属板を2枚、前記フィン付きベース板を1枚用意した。ろう材合金箔として、アリミニウム95wt%、銅4wt%、マグネシウム1wt%の組成で厚み20 μ mのものを作製した。前記夫々のセラミックス板の片面に0.4mm厚みのアリミニウム金属板を、他面に厚み5mmのアリミニウム金属板を前記20 μ mろう材合金箔を介して重ねた（5mm厚のアリミニウム金属板上に前記セラミックスが10mmの間隔置く形で）。これを20kgf/cm²で加圧しながら、10⁻⁴Torrの真空中、630℃でアリミニウム板とセラミックスを接合させた。接合後、0.4mm厚のアリミニウム板表面に所定形状のエッチングレジストを印刷して、塩化第二鉄溶液にてエッチング処理し回路パターンを形成した。次いで、レジストを剥離した後、無電解Ni-Pメッキをアリミニウム上に3 μ mつけ、セラミックス基板が二枚ベース板に直接接合されたベース一体型基板とした。

【0080】

評価は以下のように行った。まず、めっき後のセラミックスとアリミニウムの接合界面（アリミニウム回路とセラミックス、アリミニウムベースとセラミックスの両者）を超音波探傷装置により調べたところ、接合欠陥は認められなかった。また、セラミックスについてもクラックは認められなかった。このサンプルに-40℃30分保持、25℃10分、125℃30分保持、25℃10分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回与えた。その後、再度セラミックスとアリミニウムの接合界面を超音波探傷装置により調べたところ、セラミックスとフィン付きアリミニウム金属板の接合界面に基板の縁面より10mm程度の剥離が認められた。セラミックスについてはクラックは認められなかった。

【0081】

（比較例5）

【0082】

セラミックス板の厚さが0.635mmで材質が窒化アルミである他は比較例4と同様のものを用いたところ比較例4と同一の効果が得られた。

【0083】

（比較例6）

【 0 0 8 4 】

セラミックス板の厚さが0.32mmで材質が窒化硅素である他は比較例 4 と同様のものを用いたところ比較例 4 と同一の効果が得られた。

【 0 0 8 5 】

なお、上記各例を表 1 に示す。

【 0 0 8 6 】**【表 1】**

	回路側アルミ		セラミックス		ベース側アルミ		評価結果(H/C3000 回後)	
	材質	厚み	材質	厚み	材質	厚み	形状	接合界面
実施例 1	4N	0.4mm	アルミナ	0.25mm	4N	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 2	4N	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	4N	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 3	4N	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	4N	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 4	4N	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.7%	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 5	4N	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.7%	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 6	4N	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.7%	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 7	99.7%	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.7%	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 8	99.7%	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.7%	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 9	99.7%	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.7%	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 10	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 11	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 12	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	フィン付	初期と変化なし
実施例 13	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.5%Al+0.5%Cu	50mm	水冷ジャケット	初期と変化なし
実施例 14	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.5%Al+0.5%Cu	50mm	水冷ジャケット	初期と変化なし
実施例 15	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.5%Al+0.5%Cu	50mm	水冷ジャケット	初期と変化なし
実施例 16	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	壁付	初期と変化なし
実施例 17	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	壁付	初期と変化なし
実施例 18	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	壁付	初期と変化なし
実施例 19	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	端子台付	初期と変化なし
実施例 20	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	端子台付	初期と変化なし
実施例 21	99.5%Al+0.5%Cu	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.5%Al+0.5%Cu	30mm	端子台付	初期と変化なし
比較例 1	4N	0.4mm	アルミナ	0.25mm	4N	30mm	フィン付	基板縁面より剥離あり
比較例 2	4N	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	4N	30mm	フィン付	基板縁面より剥離あり
比較例 3	4N	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	4N	30mm	フィン付	基板縁面より剥離あり
比較例 4	4N	0.4mm	アルミナ	0.25mm	99.7%	30mm	フィン付	基板縁面より剥離あり
比較例 5	4N	0.4mm	窒化アルミ	0.635mm	99.7%	30mm	フィン付	基板縁面より剥離あり
比較例 6	4N	0.4mm	窒化珪素	0.32mm	99.7%	30mm	フィン付	基板縁面より剥離あり

【0087】

従来のようにセラミックス回路基板を金属ベース板あるいは複合材上に半田付けするのに比べ、本発明は鉛半田を使用しないことから環境に配慮したPbフリー化を達成し、また、半田による熱伝導の損失すなわち放熱性の劣化がなく、アセンブリ工程上も半田ボイドによる製造上の歩留まりリスクがなくなる。また金属ベース板あるいは複合材を半田付けするアセンブリ行程も廃止することができる。さらに、放熱フィンとの密着に使用する放熱グリースが不要であるため、熱伝導の劣化を防止できる。

【0088】

別の従来技術として、窒化アルミニウム等のセラミックス基板に、Al系ろう材を介して回路形成用アルミニウム板と放熱フィンを接合することで、半田に起因する課題は避けることができる。しかしながら、パワーモジュールを実際に運転した場合や、自動車や電車などの車両にパワーモジュールが使用される場合、スイッチングや外的環境変化により加熱・冷却を繰り返し受けることになるが、実際車両などに使用される場合、その加熱・冷却サイクル即ちヒートサイクルが非常に厳しく、セラミックスとアルミニウムの接合界面で剥離が起きたり、セラミックスが破損する場合がある。原因として、セラミックスと接合される金属であるアルミニウムの熱膨張係数差から発生する熱応力のためであることが知られているが、ろう材の影響も大きい。ろう材は通常数～数100 μm の厚さであり、放熱フィンや放熱板のように数mm～数10mmといった厚さと比べ影響が少ないように思われるが、ろう材層が固くもろく、また変形の0.2耐力が大きいいため発生する熱応力が大きいいため、接合界面であるろう材層、またはセラミックスそのものが破壊するといった現象がおこる。

【0089】

本発明は、ろう材を使用せず、セラミックスとアルミニウムを直接接合し、接合金属の塑性変形を利用し、接合界面に集中する応力を小さくすることを実現した。これにより、ヒートサイクル性がろう材を使用するものに比べ飛躍的にしており、室温→-40℃×30分→室温×10分→+125℃×30分→室温×10分を1サイクルとする条件で3000サイクル後において、接合界面に変化なし、即ち接合界面や

セラミックスの破壊がなく、車両用としても使用可能な非常に高い信頼性を持つ、フィン付きアルミニウム－セラミックス接合体を得ることができる。

【0090】

セラミックスとアルミニウムを直接接合する方法は、溶湯接合法、アルミニウム部材をセラミックス板上に配置し窒素中等不活性ガス中で加熱接合する直接接合法、さらにはAl－Siの共晶接合法等がある。溶湯接合法はアルミニウムの溶湯をセラミックス基板が所定の位置に保持された鑄型に流し込み、セラミックス上をその溶湯を移動させ凝固させ接合する。この方法は、鑄型形状により、さまざまなフィン形状に対応することが簡単にできるという特徴がある。その他の方法は、予め機械加工や鑄造等で所定のフィン形状に加工したアルミニウム部材を、窒素中、真空中で接合することが特徴である。フィンの形状は回路板側に搭載する素子の発熱量に左右されるが、通常、図1に示すような高さ数cm、幅数mm、間隔数mm程度のものに対応できることが多く、上記鑄型、機械加工も比較的簡単にできる。

【0091】

セラミックス基板より大きい形状とすることで、セラミックスよりはみ出した部分を利用し、パワーモジュール作製工程におけるプラスチックパッケージ等の接着部とすることができ、また、冷却時フィン側に圧縮応力がかかる構造となり、耐ヒートサイクル性にも寄与していると思われる。また、モジュールのアセンブリ工程として、加工の基準面として利用でき、半田付け、ワイヤボンディング、パッケージング等のアセンブリ工程に有用である。

【0092】

また、放熱フィンがセラミックス基板を囲む壁を有することで、その壁を利用し、パワーモジュール作製において、プラスチックパッケージの代わりに絶縁ゲルの容器とすることができ、直接モジュールの構成物として利用できる。

【0093】

放熱フィンが端子台を有することで、従来行われている半田付けや接着により金属－セラミックス接合基板をパワーモジュール上に構成する工程を削除することができる。また、上記放熱フィンを銅を含むアルミニウムとすることにより、

更に耐食性を向上させることができる。

【0094】

さらに本発明の構成は、セラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用導体を形成し、他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる水冷ジャケットが直接接合により形成されているアルミニウム－セラミックス接合体である。水冷方式とすることで、更に安定した冷却能力を得ることができ、また水冷ジャケットが銅を含むアルミニウム合金であることが、耐食性の面から好ましい。直接接合方法としては、溶湯接合法であることが、様々な形状に対応可能であること、接合の信頼性が高いことから好ましい。

【0095】

また、セラミックス基板として、熱伝導の面からは窒化アルミニウム、強度の面から窒化珪素、コストの面からアルミナを、目的に応じ使用することが好ましく、また回路設計上複数の基板を搭載することも可能である。

【0096】

以上、本発明のアルミニウム－セラミックス接合体を用いることで、放熱性及び耐ヒートサイクル性に優れ、アセンブリコストを抑えたパワーモジュールを提供することができる。

【0097】

【発明の効果】

上記のように本発明においては、セラミックス基板とアルミニウムの接合力がろう接法よりも強く、接合欠陥が起きにくい。さらにろう接法ではアルミニウムフィンを原料から一度鋳造、加工して作ったものを真空中でろう材を介してセラミックスに接合して作成するのに対し、本発明では接合する際の鋳造でフィン形状を作れることから、セラミックスとアルミニウムの接合と同時にフィン形状にすることが可能で、放熱性、コスト面や生産面で多大なメリットがあり、パワーモジュール等の大電力電子部品に実装に好適な信頼性の秀れたアルミニウム－セラミックス接合体を容易に得ることができる大きな利益がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のアルミニウム－セラミックス接合体の第 1 の実施例を示す斜視図である。

【図 2】

本発明のアルミニウム－セラミックス接合体の第 2 の実施例を示す斜視図である。

【図 3】

本発明のアルミニウム－セラミックス接合体の第 3 の実施例を示す斜視図である。

【図 4】

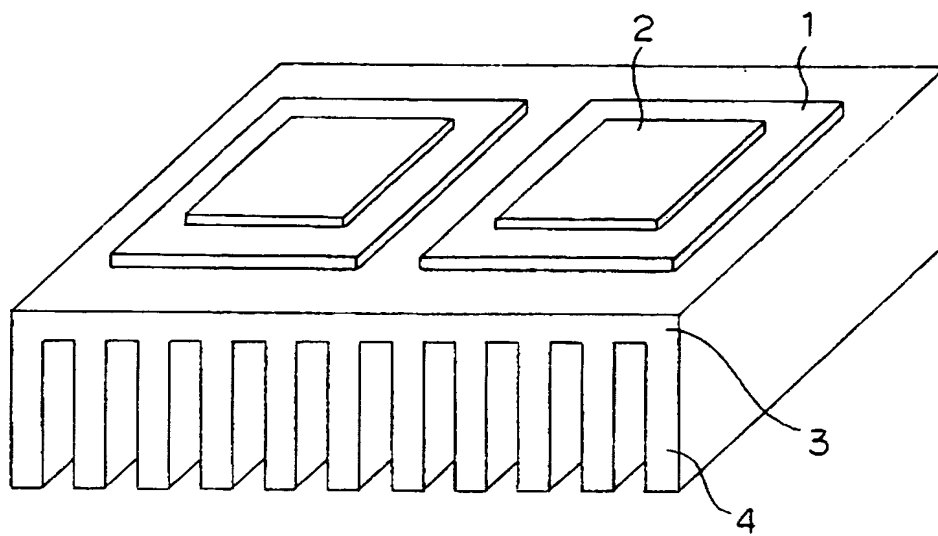
本発明のアルミニウム－セラミックス接合体の第 4 の実施例を示す斜視図である。

【符号の説明】

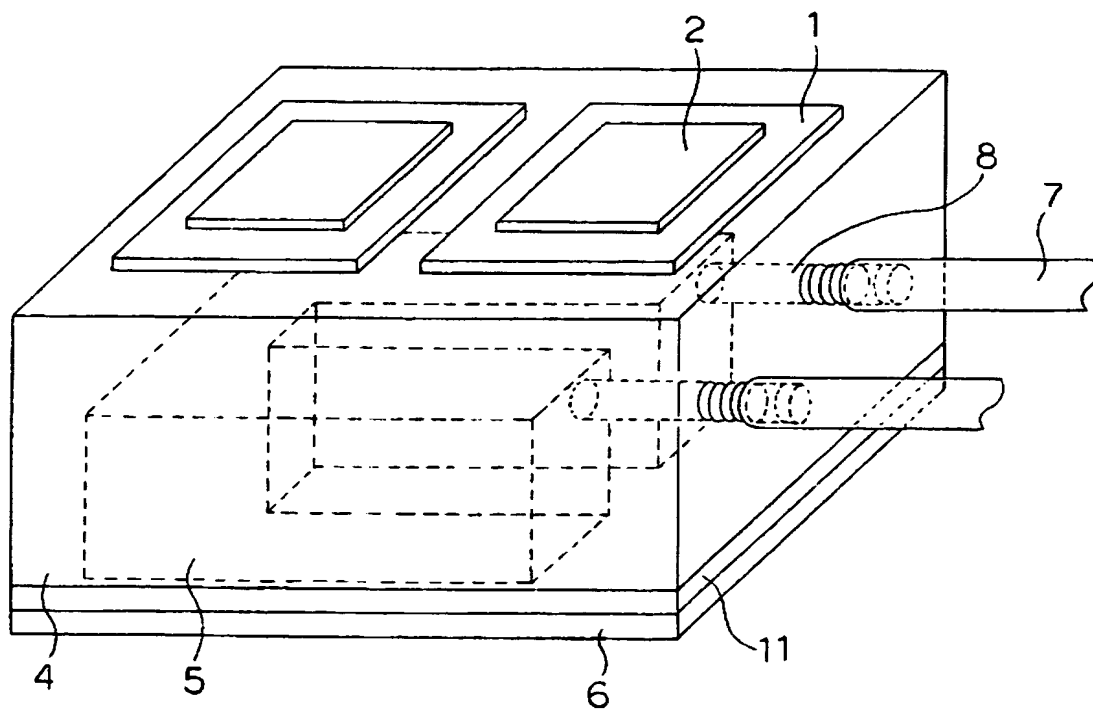
- 1 セラミックス板
- 2 アルミニウム板
- 3 板
- 4 ストレートフィン
- 5 水路
- 6 アルミニウム板
- 7 ゴム管
- 8 開口
- 9 壁
- 10 端子台

【書類名】 図面

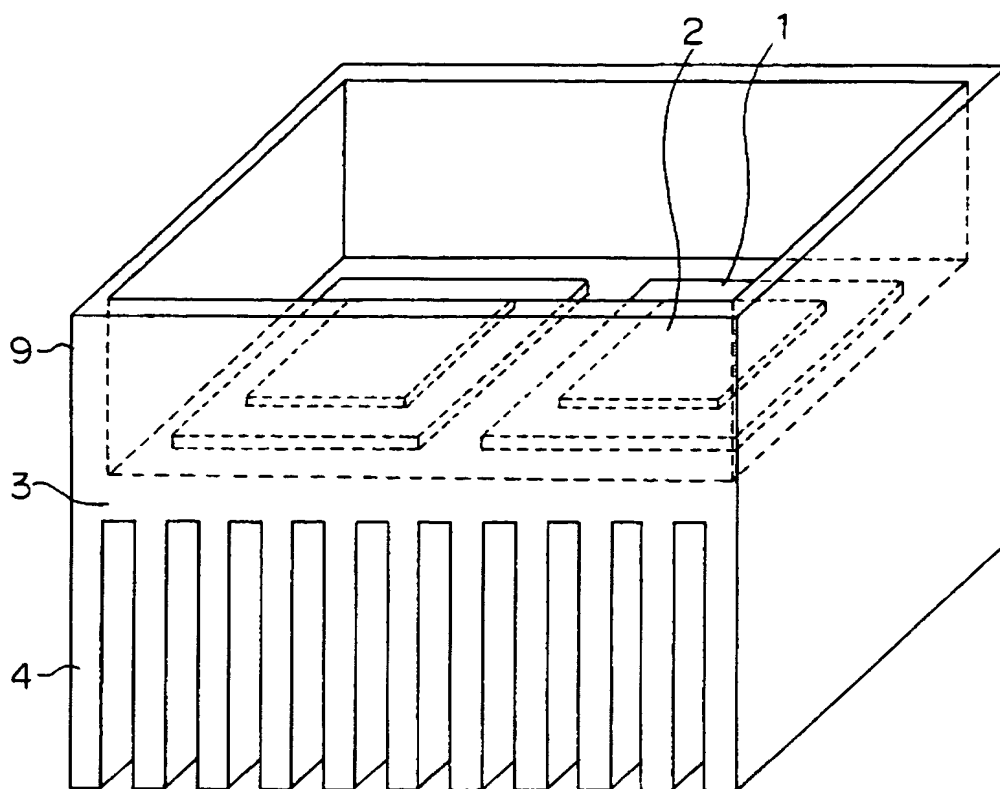
【図 1】



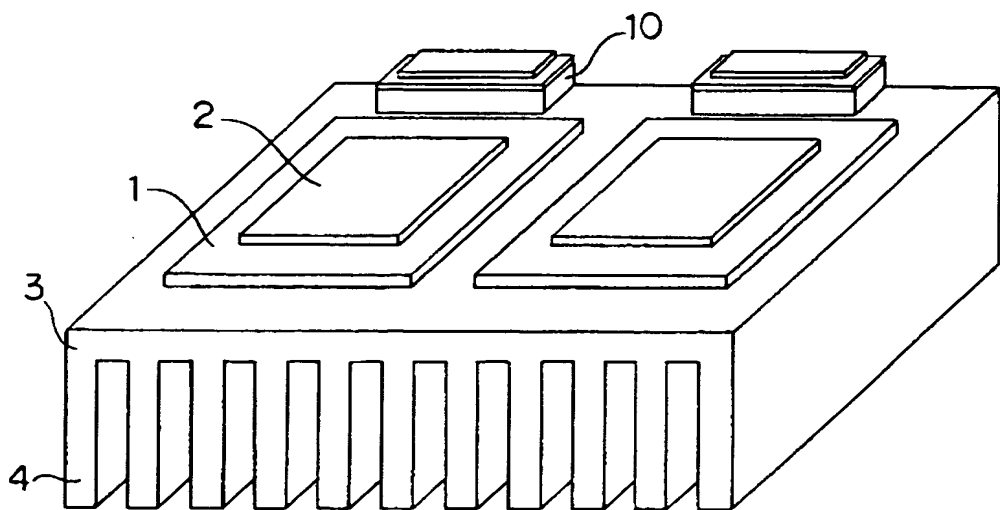
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来のアルミニウム－セラミックス接合体においては接合力が弱い欠点があった。

【解決手段】 本発明のアルミニウム－セラミックス接合体においては、セラミックス基板の一方の面に電子部品搭載用導体を接合し、他方の面にアルミニウムまたはアルミニウム合金の放熱フィンや水冷ジャケットを直接接合せしめる。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 2 8 3 4 4 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 4 7 9 8]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 1 丁目 8 番 2 号

氏 名

同和鉱業株式会社